Examen

diversarum methodorum, quæ ad determinandum corporum solidorum & liquidorum calorem specificum adhibitæ fuere:

Dissertatio Physica,

Quam,

Jussu Amplissimæ Facultatis Philosophicæ Lundensis,

P. P.

Mag. **JOH. MATTHIAS LÖFMARCK**

Physices Docens,

Respondente

CHRISTIANO A. SYLVAN

Scano.

In Auditorio Majori die XXII Octobr. MDCCCXXXI.

P. I.

Londini Gothorum MDCCCXXXI.

Typis BERLINGIANIS.

Konungens

Trotjenare, Borgmästaren,

Högädle

Herr ***T. L. SYLVAN***

samt

Högädla Fru Borgmästarinnan

FRÉDÉRIQUE SYLVAN,

född ***LUNDGREN***

tillegnas dessa blad

ödmjukast

af

RESPONDENS.

INTRODUCTIO.

Inter affectiones externas, quibus tactus vel potius sensus vitalis obnoxius est, unam calorem vocamus. Proprietati corporum corpori nostro applicatorum, hanc in animo affectionem efficiendi, caloris quoque nomen additur, & hanc caloris significationem in hoc opusculo intellectam velimus. De caloris natura ac vi multum inter Physicos diu disputatur. Inter veteres *Aristoteles* [1]) credidit, calorem deberi corpori subtilissimo, quod omnia alia corpora penetrare posset. Alii & in iis *Cartesius* & *Newton* eum ex vibratione subtilissimi elementi omnibus corporibus contenti oriri statuerunt. Scholastici & recentiorum nonnulli etsi pauci calorem esse solam qualitatem corporum postularunt. Arnim eum nihil aliud esse quam vim ipsam expansionis sibi finxit [2]). Post autem experimenta Celeberrimorum *Wilcke* & *Crawford* Aristotelicam opinionem amplexi, causam caloris in corpore subtilissimo imponderabili, cui nomen *calorici* additum est, ponere consveverunt Physici. Recentissimi ex compensatione virium oppositarum electricarum caloris naturam explicare conati sunt. Neque igitur nostris temporibus inter se consentiunt Physici, an sit calor materia nec ne [3]). In hoc opusculo illorum sumus secuti sententiam, qui caloris cau-

---

[1]) Vide *Nicolai Cabei* Comment. in Aristotelis Meteorologica, Lib. IV text. 19 & 39, ubi aperte negat Aristoteles calorem & frigus esse nudas corporum qualitates, & Lib. IV text. 1, ubi dicitur calor esse "effluvium corpusculorum", aliasque.

[2]) Gilberts Annalen der Physik V. 57.

[3]) *Rumford* per experimenta, in quibus cylindrum ferreum frictione terebræ obtusæ multos gradus calefaciebat, firmare studet, calorem non deberi singulari cuidam corpori, sed ex sola motione minimarum corporum particularum oriri. Fischers Phys. Wörterbuch VI, 714. — *Humphry Davy* materialitatem calorici etiam negat, quamvis lumen materiæ cuidam deberi credat (Gilberts Ann. XII, 549, 575). quod Henry tamen luculentur refellit. Ibm pag. 552 seqq. — De cetero circa totam hanc disquisitionem cfr. Fischers Wörterbuch, Art. Wärmestoff.

sam in singulari quodam subtilissimo corpore posuerunt, quod etiam ad phænomena declaranda commode aptum est. Si enim, ut quibusdam placuit, esset calor vibratio minimarum corporum particularum, per sonum, quem ex vibratione aëris particularum oriri constat, exsisteret calor, quod experientiæ quotidianæ repugnat. Si contra secundum Newtonum calor esset vibratio subtilissimi elementi omnia corpora & loca explentis, non liquet cur hæc vibratio in diversis corporibus jam citior jam tardior esse possit quam in vacuo, & quoniam nihilo secius est elementum quoddam ponendum, cur non potius putatur calor esse ipsum elementum, quam elementi vibratio? Estne hoc elementum umquam quietum, & si quando hoc contigerit, quale tunc se præbet? — Facilius illis assentiremur, qui calorem per vim definiunt. Vim autem aut nonnisi per materiam percipere possumus aut vis & materia a se invicem non differunt. Et re ipsa corpora nonnisi per eorum in sensus affectum percipimus, causæ autem hujus affectus appellantur vires: huc usque nec ultra in corporum & virium natura perscrutanda procedi potest. Materia igitur esse posset combinatio certarum virium in certo spatio certoque tempore. Ex his sequitur, inane esse certamen eorum, qui materia, & eorum, qui vi vel qualitate nuda calorem definiunt Sed ne in nimis vasta & sterili disquisitione versemur, eos potius sequimur qui materiam ut medium vel ut ita dicam substratum, quo vires percipimus, habent, quam illos, qui materiam per combinationem virium definiunt et materiam ex viribus quasi construunt. Virium enim indagatio ultimum est stadium naturæ investigationis, deque illis nihil prædicari potest nisi eas vires esse & hoc vel illo modo agere.

Si duæ massæ ejusdem corporis eadem aggregationis forma, diversa vero temperatura gaudentes inter se commisceantur, mixturæ temperies erit, secundum regulam Richmanni notissimam, $x=\frac{MT+M'T'}{M+M'}$, ubi T,T' significant diversas temperaturas, M,M' autem massas. Posito $M=M'$, erit $x=\frac{T+T'}{2}$, unde sequitur re-

frigeratione calidioris massæ per aliquot gradus temperaturam æqualis frigidioris massæ per totidem gradus elevari, vel, si calor calorico deberi putatur, æquales portiones calorici æqualiter idem corpus calefacere dum in eadem manet aggregationis forma. Sin vero corpora diversæ indolis misceantur, temperatura mixturæ legem nuper memoratam non sequitur. Quæ diversitas caloris specifici vim constituit. Diversorum enim corporum massæ æquales inæqualiter per eandem calorici portionem calefiunt & id corpus, quod majorem accipit temperaturam, minorem dicitur habere calorem specificum, quam illud, cui minor accedit temperies. Vocatur autem corporis cujusdam calor specificus, relatio calorici, quo opus est ad idem corpus unum gradum calefaciendum, ad corporis massam. Ut autem diversorum corporum calores specifici inter se comparari possint, calor specificus alicujus corporis unitati est æquandus, cum quo deinde comparentur omnium ceterorum corporum calores specifici. Ad hunc finem aptissima visa est aqua pura, vel quod magnumhabet calorem specificum, vel quod ejus gravitas ut norma ceterorum corporum gravitatum jamjam erat adoptata. Cum igitur corporis cujusdam calor specificus memoratur, intelligitur semper quantitas calorici, qua opus est ad temperiem corporis unum gradum elevandum, divisa per quantitatem calorici ad æqualem massam aquæ puræ unum gradum calefaciendam sufficientis [4]). Quomodo hæc definitio ab illa derivetur, ex

---

[4]) Caloris specifici vim alii aliis verbis definierunt. Sic *Wilcke*, Frågan, ait, är, huru förhåller sig myckenheten af varme uti lika tunga massor eller lika stort antal af materiella delar, som äro af olika slag, t. ex. uti ett ℔ guld till dem, som finnas i ett ℔ vatten? Och då är detta detsamma som att fråga huru mycken varme hvar och en partikel uti den ena kroppen t. ex. guldet, har emot hvar och en partikel i den andra kroppen t. ex. vattnet. Varmens myckenhet efter detta förhållande kallas i det följande sjelfva kroppsmateriens eller ämnets *specifica varme*. K. W. A. H. 1781 pag. 55. Obscurius circa hanc rem *Crawford* disputat, his utens verbis. Es ist durch Versuche gefunden, dass in Körpern von verschiedener Art die Quantitäten der absoluten Wärme ungleich seyn können, wenn gleich die Temperaturen und Gewichte dieselbigen sind. So wird aus den in der Folge erzählten Versuchen erhellen, dass wenn ein Pfund Wasser und ein Pfund schweisstreibender Spiessglanz eine gemeinschaftliche Temperatur haben, die Quantität der absoluten Wärme im erstern beynahe viermal so gross ist als im letzern. Wird das Principium der Wärme in Bezug auf die ganze Quantität derselben in solchen Körpern betrachtet, die von verschiedener Art aber von gleichen Gewichten und Temperaturen sind, so werde ich es *Komparative Wärme* nennen. Crawford, Theorie der thierischen Wärme &c., über-

sequentibus, ut opinor, lucebit. Positis igitur duorum corporum massis $=M,M'$, portionibusque calorici, quibus ad eorum temperiem unum gradum elevandam opus est, $=Q,Q'$, erunt secundum primam definitionem eorum calores specifici C,C',

$$C=\frac{Q}{M} \quad C'=\frac{Q'}{M'}$$

Si putatur alterum corpus, v. c. id, cujus cal. spec. est C', esse aqua, hoc C' unitati est æquandum, unde habetur $M'=Q'$. Æquatis deinde massis, h. e., putato $M=M'=Q'$, emergit, substitutione facta,

$$C=\frac{Q}{Q'}$$

qua formula secunda definitio continetur.

Detectionem hujus diversæ corporum facultatis Nostrati Wilcke debemus, qui primus caloris specifici vim derminavit, in Actis Holm. A:o 1772 de frigore nivis liquescentis & A:o 1781 de quantitate specifica ignis in quibusdam corporibus solidis disputationes inserens. Ut cetera fere omnia inventa gravioris momenti simul diversis locis indagata sunt, sic eodem tempore ac Wilcke vel nonullis ante annis hanc fere materiam in prælectionibus, Glasgoviæ annis 1760—65 institutis, tractavit *Black.* Easdem disquisitiones sequentibus annis D:r *Irvine* persecutus est. Horum inventis *Crawford* ad causam caloris animalium declarandam usus, tabulam calorum specificorum, quam deinde *Magellan* in lucem edidit, multum locupletavit. Postea *Lavoisier* & *La Place* hanc theoriam nova methodo auxerunt. Recentissimis temporibus Dulong & Petit de hac re maxime meruerunt. Multi præterea alii calorem specificum tractarunt [5]).

setzt von Crell. Leipzig, 1789. pag. 3. *Mayer* sequenti modo rem exponit: Die specifische Wärme verschiedener Stoffe sind die verhältnissmässigen Quantitäten freien Wärmestoffs, die in zwey Körpern von gleichen Massen und Temperaturen, aber verschiedener Quantität enthalten sind, — & alii aliter. Alii etiam alia nomina huic qualitati corporum dederunt, v. c. Wilcke *caloris specifici*, Crawford *comparativi caloris & capacitatis calorici.* Wilcke contra vocavit *calorem comparativum* relationem qnantitatum calorici, æqualia volumina diversorum corporum æqualiter calefacientium.

[5]) Literaturam hujus rei pro sua ætate completam proposuerunt Fischer, Klaproth, & Gren, hic in "Journal der Physik I, 14," illi in Lexicis suis.

Ex ipsa formula Richmanni supra allata sequitur, calorem specificum, salvo statu aggregationis, non mutari, quod autem multi negarunt. Sic Dalton [6]) hypothetice credidit, cum temperatura calorem quoque specificum augeri, quod tamen Ure ibidem refellit. Idem postea Dulong & Petit postularunt [7]). Experimentorum, ex quibus hoc concluserunt, descriptionem non vidimus, ob eamque causam de eorum accuratione nihil judicare ausimus, sed difficultas caloris specifici usque ad 3000° determinandi major nobis videtur, quam ut ne istæ parvæ dissimilitudines ex ipsa rei gravitate oriantur, idque eo magis si, quod tamen nescimus, corpora examinanda tam elevatæ temperaturæ ad immediatum venerint contactum aquæ, unde vaporificatio, non parvam quantitatem caloris excipiens, necessario fieret. Idem fere Arnim [8]) contendit: nullis autem experimentis nixa sunt ejus postulata. Ure [9]) contra secundum ab ipso instituta experimenta contendere non dubitat, calorem specificum aquæ, temperatura aucta, minui. Huic vero non credendum, si quidem non experimenta & argumentandi modum attulerit. Et re ipsa quoniam nondum evidenter est probatum, ejusdem corporis calorem specificum variare cum temperatura, & experimenta vel tam parvas præbent dissimilitudines, ut facile ex instrumentorum & observationum mendis oriri possint, vel inter se repugnantia sunt, causa non subest, cur potius putemus calorem specificum variare quam constantem manere, cui etiam ex sequentibus adminiculum accedere crediderimus. Jamjam Dalton [10]) hanc legem statuebat, calorem specificum gasium esse in inversa ratione eorum gravitatis specificæ & eam ob causam quodammodo in inversa proportione numerorum stoechiometricorum sive ponderum atomorum, quoniam constat atomos gasium diversorum eandem, ceteris paribus, capere mensuram cubicam. Quod Wel-

---

[6]) Schweiggers Journal für Physik und Chemie XXVIII pag. 353.

[7]) Annales de Chimie & de Physique VII, pag. 147. Fischers Wörterb. X, 699, Berzelius, Lehrbuch der Chemie I, 57.

[8]) Gilberts Annalen V, 57 seqq. cfr. Fischers Wörterb. X, 759.

[9]) Schweiggers Journal XXVIII, 354.

[10]) Fischers Wörterbuch X, 482.

ter [11]) ostendit quantitatem caloris ex combustione cujusdam materiæ per unum gramma oxygenii ortam esse eandem vel duplicem, quodcunque sit corpus comburendum, hoc in conjecturam Daltonii quodammodo quadrat. Postea autem Dulong & Petit [12]) complu-ribus exemplis ostenderunt, producta ponderis atomi & caloris spe-cifici cujuslibet corporis esse fere æqualia. Hinc patet caloricum, si putatur tale corpus existere, in combinationibus suis cum cete-ris corporibus sequi legem legi, qua utuntur illa in mutuis suis combinationibus, i. e. legi atomorum vel stoechiometricæ confor-mem. Positis enim duorum corporum caloribus specificis $=C,C'$ & ponderibus atomorum $=A,A'$, erit secundum Dulong & Petit $AC=A'C'$ unde $A:A'=C':C=\frac{1}{C}:\frac{1}{C'}$. Si autem C,C' sunt duorum corpo-rum capacitates calorici, calorici capacitates [13]) horum corporum, quas $\mathfrak{A},\mathfrak{A}'$ nominare liceat, habent se respective ut $\frac{1}{C}:\frac{1}{C'}$ unde habe-tur comparatis æquationibus $A:A'=\mathfrak{A}:\mathfrak{A}'$ vel, quantitates duorum corporum eandem portionem oxygenii in combinationibus excipien-tes sese habere ut quantitates horum corporum per eanden portionem calorici æqualiter calefactas [14]). Est quidem ea differentia in-ter naturam quantitatum A,A' & naturam quantitatum $\mathfrak{A},\mathfrak{A}'$ ut illæ significent relationem, quam habent portiones singulorum cor-porum in suis combinationibus, ex quibus combinationibus nova corpora exsistunt, hæ vero ostendant relationem quantitatum ca-lorici singula corpora per suam cum iis combinationem æque mul-tos gradus calefacientium, per quam combinationem tamen corpo-rum natura non mutatur. Talis fere est relatio quantitatum aci-di alterius in duobus salibus solutis, ad mutuam saturitatem mix-tis, ante alterius utrius salis præcipitationem [15]). Observa-

[11]) Annales de Chemie & de Physique XIX, 425.

[12]) Annales de Chimie & de Phys. X, 395 seqq.

[13]) Hoc loco sicut ubique in hac disputatione, quoties mentio vel de calorici capaci-tate corporum vel de corporum capacitate calorici fit, semper corpora per unum gradum vel, quod idem est, per æque multos gradus elevari intelliguntur.

[14]) Observandum hoc loco, statum aggregationis interea non mutari debere.

[15]) Berzelius, Lehrbuch der Chemie, Dritten Bandes erste Abtheilung, pag. 8.

tionibus nondum ostensum est, an quantitates calorici, per quas corpora re vera naturam mutant, h. e. in fluidiorem abeunt statum, legem stoechiometricam sequantur. Attamen nuper memorata caloris specifici natnra optime vindicat calorici materialitatem, quam negarunt complures & in iis Rumford ac H. Davy, qui tamen luculenter refutati sunt a Will. Henry, [16]) ad quem Lectorem deferimus.

Dixerit forte quispiam, non comparabiles esse calorici imponderabilis [17]) quantitates per vim expansionis æstimatas cum quantitatibus ceterorum corporum, quorum massæ bilance judicantur; observandum autem est, regulam Richmanni ostendere caloricum accedens esse proportionale expansioni hydrargyri seu incremento temperaturæ per thermometrum indicato, unde sequitur, hoc incrementum temperaturæ in massam corporis calefacti ductum æque accuratam præbere calorici mensuram ac ceterorum corporum pondus, siquidem constat, ejusdem corporis temperaturæ accrementum esse in inversa ratione illius massæ. Caloricum igitur ut cetera corpora secundum effectus quantitati proportionales æstimatur, illud scilicet per suam corporis cujuslibet certam massam calefaciendi facultatem, hæc autem per pondus. — At satis jam de vi caloris & caloris specifici locuti, ad examen methodorum hujus inveniendi aggrediemur, illas, quæ nonnisi gasa spectant, omissuri [18]).

---

[16]) Gilberts Annalen XII, 552—558, & Fischers Wörterb. VI, pag. 767.

[17]) Quod experimenta Celsi Fordyce demonstrare videbantur, aquam congelatione fieri graviorem, ideoque calorico quodammodo, ut veterum phlogisto, inesse gravitatem negativam, hoc Comes Rumford accuratissime refellit. Fischers Wörterb. VI, 750. — De cetero nullis experimentis comperiri potuit, pondus corporum aut augeri aut minui calore aucto. Cfr. Klaproths Chem. Wörterb. Art. Wärmestoff pag. 386.

[18]) Etsi materia tractanda nonnisi solida & liquida corpora respicit, liceat tamen nominare eos qui gasa examinaverunt. Hi imprimis fuere *Dalton*, *Leslie*, *Gay Lussac*, *Dulong* & *Petit*, *De la Roche* & *Bérard*, aliique nonnulli.

§. 1.

Wilcke [19]), qui nonnisi solida corpora examinavit, calorem specificum sequenti modo invenit. Corpus examinandum accurate libratum in capsula aquæ calidæ plena demergitur, ubi manet, donec eandem ac aqua acceperit temperaturam, quæ thermometro in capsula juxta corpus examinandum posito exploratur. Dum hæc aguntur, in alia capsula, ex altero brachio bilancis per subtilia fila pendente, pondus aquæ frigidæ (i. e. cujus temperies est $0^0 C$) æquale corpori librato funditur. Quo facto corpus celeriter ex calida aqua rapitur &, temperatura ejus hoc momento adnotata, mox in frigidam aquam altera capsula contentam immergitur, ubi manet, donec calor aquæ & corporis ad æquilibrium redactus sit. Hic communis caloris gradus adnotatur & in formulis infra memorandis vocatur N. Hoc experimentum iteratur quamdiu aqua in prima capsula sufficientem retineat temperiem. Omnia in his experimentis memoratu digna Wilcke in sex deinceps columnis adnotavit, idque ita, ut in 1:a, quam litera A designavit, exponatur gradus caloris in capsula aquæ calidæ, in 2:a, B, gradus caloris, quem accipit corpus examinandum, postquam in capsula aquæ frigidæ ($0^0 C$) immersum & ad constantem temperaturam redactum est: 3:tia columna C continet gradum caloris, quem accepisset mixtura, si loco corporis æquale huic pondus aquæ calidæ, temperaturæ A, ex capsula prima in secundam infunderetur; quoniam autem aquæ frigidæ temperies semper erat $0^0 C$, numerus graduum hujus columnæ dimidius est temperaturæ A. In 4:a D notatur calor mixturæ, si loco corporis examinandi æquale huic volumen æque calidæ aquæ ex prima in secundam capsulam infunderetur. Hic calor ex formula $x = \frac{c}{g+1}$ calculatus est, ubi c est temperatura columna A notata & g gravitas specifica corporis. Si per hanc quantitatem dividitur temperatura N, secundâ columnâ contenta, obtinetur quod Wilcke nominat *calorem relativum* corporis. Quinta Columna E secundum Wilcke ostenderet, quanta massa aquæ cum corpore æqualiter calidæ opus esset, ut, hac aqua mixta cum aqua frigida ejusdem cum corpore ponderis (quod pondus $= 1$ ponitur), exsisteret idem temperaturæ gradus ac in columna B adnotatus est, quæ quantitas ipsa est calor specificus corporis, in columna autem E hujus quantitatis reciproca exponitur, quæ, ut etiam postea memoratur, exprimit calorem specificum aquæ,

[19]) Svenska Wet. Acad. Handl. År 1781 pag. 19 seqq.